



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADEMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**SOBREVIVÊNCIA E CAPACIDADE DE VOO DE *Apis mellifera*
(HYMENOPTERA: APIDAE) APÓS O CONTATO COM RESÍDUOS DE
ESPIROMESIFENO EM FOLHAS DE MELOEIRO**

ALESIA ALVES DE SOUSA

POMBAL-PB

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**SOBREVIVÊNCIA E CAPACIDADE DE VOO DE *Apis mellifera*
(HYMENOPTERA: APIDAE) APÓS O CONTATO COM RESÍDUOS DE
ESPIROMESIFENO EM FOLHAS DE MELOEIRO**

ALESIA ALVES DE SOUSA

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
(UAGRA) – CCTA/UFCG, Curso de Agronomia,
como um dos requisitos para obtenção do grau
de Bacharel em Agronomia.

ORIENTADOR: Prof. Dr. EWERTON MARINHO DA COSTA

POMBAL-PB
JUNHO DE 2023

S725s Sousa, Alesia Alves de.
Sobrevivência e capacidade de voo de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) após o contato com resíduos de Espiromesifeno em folhas de meloeiro / Alesia Alves de Sousa. – Pombal, 2023.
25 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e
Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Prof. Dr. Ewerton Marinho da Costa”.
Referências.

1. Abelha. 2. Polinizadores. 3. Inseticida. 4. Toxicidade. I. Costa,
Ewerton Marinho. II. Título.

CDU 638.12 (043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA


SOBREVIVÊNCIA E CAPACIDADE DE VOO DE *Apis mellifera* (HYMENOPTERA: APIDAE) APÓS O CONTATO COM RESÍDUOS DE ESPIROMESIFENO EM FOLHAS DE MELOEIRO

ALESIA ALVES DE SOUSA

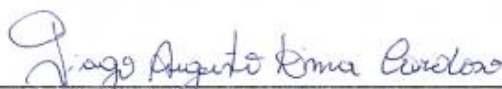
Trabalho de conclusão de curso apresentado a Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA) – CCTA/UFCG, Curso de Agronomia, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 20/06/2023

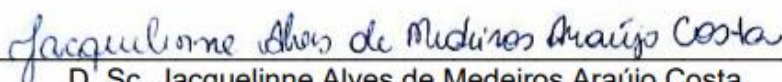
BANCA EXAMINADORA



Prof. D. Sc. Ewerton Marinho da Costa
Orientador
UAGRA/CCTA/UFCG



D. Sc. Tiago Augusto Lima Cardoso
Examinador Interno
UAGRA/CCTA/UFCG



D. Sc. Jacquelinne Alves de Medeiros Araújo Costa
Examinadora Externa

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Antônio de Sousa e Luciene Alves de Araújo Sousa, a meus irmãos Maria Ayrlla Alves de Sousa e Miguel Alves de Sousa por todo apoio e amor que foi imprescindível para realização desse sonho.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas oportunidades e experiências que foram dadas a mim.

Aos meus pais, Luciene Alves de Araújo Sousa e Antônio de Sousa pela confiança e apoio depositados em mim.

Aos meus irmãos Maria Ayrlla Alves de Sousa e Miguel Alves de Sousa por todo amor e companheirismo durante os dias.

Aos meus avós maternos, Josefa Alves e Luiz Vicente, e paternos Francisca Fernandes e Jucemar Dionisio (in memorian).

Ao meu orientador Prof. Dr. Ewerton Marinho da Costa, pela confiança, ensinamentos, dedicação e cuidado.

Ao técnico do laboratório Tiago Augusto Lima Cardoso pelos ensinamentos, amizade e ajuda para executar cada etapa deste trabalho.

A banca examinadora por agregar o máximo de conhecimentos a este trabalho.

Ao meu namorado Emanuel Alexandre de Meneses pelo apoio e ajuda durante essa trajetória.

A Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) em especial ao Centro Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) pela possibilidade de realização deste trabalho.

A Valeska Oliveira pela amizade e contribuições durante essa trajetória.

Aos meus colegas servidores Maria Rita, Jociano e Normando.

Aos meus amigos do grupo de pesquisa GEENTO, em especial, Daiane Mirian, Leticia Pinheiro, Maressa Isma, Victor Hugo, Rafael Silva, João Victor, Pollyana Linhares, Everaldo Filho, Anderson Queiroz, Brenda Martins e Tais Fernandes.

As minhas amigas Marina Oliveira e Moana Fernandes pela amizade e suporte durante essa trajetória.

Aos amigos que a UFCG me presenteou, em especial, Vicente Elias, Bárbara Dantas, Gustavo Silva, Leticia Silva, Maria Izabel, Rafaela Torres e Felype Jonathar.

As minhas amigas de longas datas, Elisandra Sousa, Maria Renata, Maiara Dias e Maria da Guia que se fizeram presentes, mesmo que de longe.

E a todas as pessoas que passaram na minha vida e contribuíram de alguma forma.

MUITO OBRIGADA!

SOUSA, A. A. **Sobrevivência e capacidade de voo de *Apis mellifera* (hymenoptera: apidae) após o contato com resíduos de Espiromesifeno em folhas de meloeiro.** UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNONOLOGIA AGROALIMENTAR, UFCG, junho de 2023, 25 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Orientador: Prof. Dr. Ewerton Marinho da Costa.

RESUMO

O cultivo do meloeiro (*Cucumis melo*) é um importante seguimento do agronegócio. Para sua produção é fundamental o controle químico de pragas e a presença da abelha *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) para polinização. Diante disso, um dos maiores desafios é realizar a aplicação de inseticidas e preservar as abelhas em campo. Portanto, objetivou-se avaliar a sobrevivência e a capacidade de voo da abelha *A. mellifera* após o contato com resíduos do inseticida Espiromesifeno em folhas de meloeiro. O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia, pertencente ao CCTA/UFCG, Pombal – PB, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4X3, sendo duas doses do Espiromesifeno (0,24 g i.a/L e 0,288 g i.a/L), uma testemunha positiva [Tiametoxam (0,3 g i.a./L)] e uma testemunha absoluta (água destilada), em três tempos de exposição (1, 2 e 3h após a aplicação dos tratamentos). Foram avaliadas a mortalidade e o comportamento das abelhas (tremores, prostração, paralisia etc.) a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 24 e 48 horas após o início da exposição. Após as 48 horas foi analisada a capacidade de voo das abelhas sobreviventes. O Espiromesifeno, nas doses mínima e máxima respectivamente, ocasionou mortalidade de 15,33% e 13,80% após 1 hora da pulverização, 20,05% e 17,72% após as 2 horas da pulverização e 21,52% e 14,33% após 3 horas da pulverização. Ao analisar a taxa de sobrevivência o Espiromesifeno apresentou tempo letal mediano (TL₅₀) inferior a testemunha absoluta, apresentando TL₅₀ de 112,9 horas na dose mínima e máxima nos diferentes tempos após a pulverização. No tocante a capacidade de voo, a quantidade de abelhas que conseguiu voar ou caminhar, foi menor que a testemunha absoluta. Foi observado que 28,41%, 8,0% e 17% das abelhas, quando expostas dentro de 1, 2 e 3 horas após a pulverização aos resíduos de Espiromesifeno na dose mínima e 33,55% e 8,11% em 1 e 2 horas após a pulverização do produto na dose máxima, conseguiram voar. Apenas as abelhas expostas após 3 horas da pulverização sobre as folhas, na dose máxima, conseguiram voar em quantidade similar à testemunha absoluta, com 45,25%. O contato com resíduos do inseticida/acaricida Espiromesifeno em folhas de meloeiro foi pouco letal para a abelha *A. mellifera*, porém ocasionou redução da capacidade de voo das abelhas sobreviventes após o período de exposição.

Palavras chaves: Abelha, Polinizadores, Inseticida e Toxicidade.

SOUSA, A. A. **Survival and flight capacity of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) after contact with Spiromesifene residues in melon leaves.** ACADEMIC UNIT OF AGRICULTURAL SCIENCES, CENTER FOR AGRIFOOD SCIENCES AND TECHNOLOGY, UFCG, June 2023, 25 p. Completion of course work. Advisor: Prof. doctor Ewerton Marinho da Costa.

ABSTRAT

The cultivation of melon (*Cucumis melo*) is an important segment of agribusiness. For its production, the chemical control of pests and the presence of the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) for pollination are fundamental. Given this, one of the biggest challenges is to perform insecticide application and preserve bees in the field. Therefore, this study aimed to evaluate the survival and flight ability of *A. mellifera* bees after contact with residues of the insecticide Spiromesifen on melon leaves. The study was carried out in the Entomology Laboratory, at CCTA/UFCG, Pombal - PB, in an entirely randomized design, in a 4X3 factorial scheme, with two doses of Spiromesifen (0.24 g i.a/L and 0.288 g i.a/L), a positive control [Thiamethoxam (0.3 g i.a./L)] and an absolute control (distilled water), in three exposure times (1, 2 and 3h after the application of treatments). Bee mortality and behavior (tremors, prostration, paralysis, etc.) were evaluated at 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 24 and 48 hours after the beginning of exposure. After 48 hours the flight ability of the surviving bees was analyzed. Spiromesifen, in the minimum and maximum doses respectively, caused mortality of 15.33% and 13.80% after 1 hour of spraying, 20.05% and 17.72% after 2 hours of spraying and 21.52% and 14.33% after 3 hours of spraying. When analyzing the survival rate, Spiromesifen showed median lethal time (TL₅₀) lower than the absolute control, with TL₅₀ of 112.9 hours at the minimum and maximum dose in the different times after spraying. Regarding flight ability, the number of bees that were able to fly or walk was lower than the absolute control. It was observed that 28.41%, 8.0% and 17% of the bees, when exposed within 1, 2 and 3 hours after spraying to residues of Spiromesifen at the minimum dose and 33.55% and 8.11% at 1 and 2 hours after spraying the product at the maximum dose, were able to fly. Only bees exposed after 3 hours of spraying on the leaves, at the maximum dose, were able to fly in an amount similar to the absolute witness, with 45.25%. Contact with residues of the insecticide/acaricide Spiromesifen on melon leaves was not very lethal to *A. mellifera* bees, but caused a reduction in the flight ability of surviving bees after the exposure period.

Key words: Bee, Pollinators, Insecticide, Toxicity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 IMPORTÂNCIA DAS ABELHAS <i>A. mellifera</i> COM DESTAQUE NA CULTURA DO MELOEIRO	12
2.2 REDUÇÃO POPULACIONAL DE ABELHAS <i>A. mellifera</i> EM ÁREAS AGRÍCOLAS	13
2.3 TOXICIDADE RESIDUAL DE INSETICIDAS SOBRE <i>A. mellifera</i>	14
2.4 TOXICIDADE DE ESPIROMESIFENO SOBRE <i>Apis mellifera</i>	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 TOXICIDADE RESIDUAL DE ESPIROMESIFENO SOBRE <i>Apis mellifera</i>	16
3.2 AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA <i>Apis mellifera</i> APÓS A EXPOSIÇÃO RESIDUAL AO INSETICIDA ESPIROMESIFENO	18
3.3 ANÁLISE DOS DADOS	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO	23
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Plantas de meloeiro produzidas em casa de vegetação do CCTA/UFCG, Pombal-PB 2022.	16
Figura 2. Pulverização da calda com auxílio de pulverizador manual, Pombal-PB 2022.	17
Figura 3. Torre de voo.	18
Figura 4. Mortalidade de <i>A. mellifera</i> quando expostas a resíduos de inseticidas em diferentes tempos após a pulverização, Pombal - PB, 2022.	19
Figura 5. Sobrevivência (%) de <i>A. mellifera</i> após o contato com folhas de meloeiro pulverizadas com inseticidas, tempos letais medianos (TL50) em horas, Pombal – PB, 2022.	21
Figura 6. Atividade de voo (%) voaram x não voaram de <i>A. mellifera</i> após contato com Espiromesifeno, Pombal - PB, 2022.....	22

1. INTRODUÇÃO

O cultivo do meloeiro (*Cucumis melo* L.) é um dos mais importantes seguimentos do agronegócio na região Nordeste do Brasil. Para produção comercial de melão, o controle químico de pragas e a instalação de colmeias com a abelha *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) nas adjacências das áreas são práticas de manejo fundamentais para o sucesso produtivo (GUIMARÃES et al., 2008; KLEIN et al., 2020). Contudo, o uso de inseticida nas lavouras tem sido apontado como um dos principais fatores responsáveis pelo declínio populacional de abelhas no mundo (PIRES et al. 2016).

Castilhos et al. (2019) relataram que a exposição a pesticidas é a principal causa das perdas de colônias no Brasil e produtos como Imidacloprido, Tiametoxam e Clotianidina apresentam elevada toxicidade sobre as abelhas. Dentre as formas de exposição das abelhas aos pesticidas, o contato com resíduos sobre as plantas e ingestão de alimento contaminado são as formas mais comuns de exposição, no qual intestino médio pode apresentar alterações histológicas induzidas pelos contaminantes absorvidos juntamente com o alimento (SERRA, 2021).

O Espiromesifeno é um inseticida/ acaricida de contato não sistêmico, e tem como modo de ação ser regulador de crescimento, usado para controlar ácaros (*Tetranychus urticae*, *Eriophyes guerreronis*, *Brevipalpus phoenicis*) e mosca branca (*Bemisia tabaci*) em diversas culturas, incluindo o meloeiro (AGROFIT, 2022).

Os efeitos do Espiromesifeno sobre *A. mellifera* foi avaliado por Ratnakar et al. (2017), os quais testaram sua toxicidade residual, com metade da dose recomendada pelo fabricante (0,25 L/ha), por meio do método de película seca, borrifando o produto em um recipiente e deixando secar até formar uma fina camada. De acordo com os referidos autores foi observado 4,76%, 13,03% e 22,21% de mortalidade após 2, 6 e 24 horas de exposição, respectivamente. Contudo, para as doses registradas na cultura do meloeiro e contato com resíduos do produto em folhas não há informações.

Diante da escassez de informações, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a sobrevivência e capacidade de voo da abelha *A. mellifera* após o contato com resíduos de Espiromesifeno em folhas de meloeiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DAS ABELHAS *A. mellifera* COM DESTAQUE NA CULTURA DO MELOEIRO

Sabe-se que a polinização das abelhas tem grande importância não só para os ecossistemas, mas para a economia. Correspondendo a cerca de 10% do PIB agrícola, representando a incrível cifra superior a U\$ 200 bilhões/ano, no mundo (BARBOSA, 2017). *A. mellifera* é a espécie mais utilizada nas monoculturas mundiais, sendo responsável por cerca de 90% da produtividade dos frutos e sementes cultivados (LIMA e ROCHA, 2012).

A importância das abelhas *A. mellifera* não reside apenas na produção de mel, cera, pólen, própolis, geleia real e veneno, mas também na polinização de algumas culturas (RATNAKAR et al., 2017). Estas se destacam por serem polinizadores por excelência, devido ao seu tamanho relativamente pequeno e por serem adaptadas a diversos tipos de flores (LOPES et al., 2018). As abelhas *A. mellifera* têm sido as mais utilizadas em todo o mundo para a polinização de plantas cultivadas, em razão do seu fácil manejo, tamanho de colônias, sua abundância e perfil generalista na busca de recursos (PIRES et al. 2016).

As plantas de meloeiro são autocompatíveis, mas as flores hermafroditas precisam de polinizadores, principalmente realizada por *A. mellifera*, que são responsáveis pela deposição de grãos de pólen sobre o estigma. A presença de *A. mellifera* na cultura do meloeiro é de grande importância, pois na ausência destes na área, a produção é significativamente prejudicada (TRINDADE et al., 2004; RIBEIRO et al., 2015). Há alguns estudos práticos que demonstram a necessidade de introduzir colmeias de abelhas no entorno das áreas de produção de melão, para que haja boa produtividade e qualidade dos frutos em ambientes com escassez ou ausência de ninhos naturais (RIBEIRO et al., 2015).

Uma vez que a presença das abelhas durante o florescimento é fundamental para aumentar a produtividade, reduzindo o número de frutos defeituosos e melhorando a qualidade. Portanto, recomenda-se evitar pulverizações com inseticidas durante a fase de florescimento e da introdução de colmeias (EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2013).

2.2 REDUÇÃO POPULACIONAL DE ABELHAS *A. mellifera* EM ÁREAS AGRÍCOLAS

O declínio das populações de abelhas *A. mellifera* iniciou-se com a infestação do ácaro *Varroa destructor*, onde causou diminuição nas colônias em meados dos anos 1970 na Comunidade Europeia (IMPERATRIZ - FONSECA et al., 2012). Contudo atualmente, os fatores que mais contribuem para a redução da diversidade de abelhas são fragmentação de habitats, que tem sua origem nos desmatamentos e uso de pesticidas em culturas agrícolas (LIMA e ROCHA, 2012).

A elevada utilização de pesticidas na agricultura moderna, em todo mundo, tornou-se necessário para a proteção das culturas contra pragas e doenças, porém o uso desregulado de pesticidas tem resultados não só na contaminação de agroecossistemas, mas também de néctar e pólen, e causando perdas das abelhas e outros polinizadores (RATNAKAR et al., 2017). Apesar da importância para a polinização, nos últimos tempos foi observado o desaparecimento de abelhas em áreas agrícolas. Castilhos et al. (2019), em pesquisa com avaliação de perdas de colônias no Brasil, realizou de 322 relatórios onde cerca de 81,2% relataram pesticidas como causa suspeita de perdas de abelhas (estas encontradas mortas ou agonizantes na entrada da colmeia, no solo, ou não conseguiu voltar a colônia).

Portanto, não tem confirmado que a exposição aos agrotóxicos e a morte das abelhas estão associadas à CCD (Desordem do Colapso da Colônia), que é caracterizada pela perda rápida e inexplicada da população adulta de uma colmeia. Nos últimos 10 anos foram registradas perdas de milhares de colmeias de abelhas africanizadas, em algumas visitas feitas pela Universidade Federal de São Carlos observou um número elevado de abelhas operárias mortas em torno da colmeia, porém nenhuma característica associada a CCD. Contudo as abelhas continuarão a ser analisadas quanto à exposição a agrotóxicos, explicando assim a alta mortalidade em áreas próxima a apiários (PIRES et al., 2016; LIMA e ROCHA, 2012).

No Brasil ainda não há dados relativos à perda de colônias, apesar de problemas semelhantes ao CCD e relatos recentes de mortes de milhões de abelhas, tornando-se cada vez mais necessárias pesquisas visando à identificação da causa desse desaparecimento (PIRES et al., 2016).

2.3 TOXICIDADE RESIDUAL DE INSETICIDAS SOBRE *A. mellifera*

Os pesticidas podem causar mortalidade e, em doses subletais, alterações de comportamento das abelhas (SERRA, 2021). O contato entre os pesticidas e as abelhas pode ocorrer tanto com a ingestão do néctar e coleta de pólen, quanto pela exposição a partículas em suspensão no ar e nas partes vegetais (KLEIN et al., 2007).

O comportamento das abelhas pode fornecer indícios de que estão sendo afetadas por substâncias tóxicas, como: grande número de abelhas mortas nas proximidades das colônias, diminuição nas atividades de forrageamento, irritabilidade excessiva, incapacidade de substituição da raiva, mortalidade e má formação das larvas (LIMA e ROCHA, 2012).

Além dos efeitos de toxicidade aguda que levam à morte das abelhas, os inseticidas podem também provocar alterações comportamentais nos indivíduos. Os efeitos dos inseticidas nas abelhas podem não ser visto imediatamente, sendo necessárias avaliações empregando doses subletais, para observar sua influência na sobrevivência, fisiologia e no comportamento (LIMA e ROCHA, 2012; MEDRZYCHI et al., 2003). Alguns fatores envolvendo a aplicação de pesticidas podem afetar potencialmente as abelhas polinizadoras, como o estágio de crescimento da planta, a toxicidade do princípio ativo, a atividade residual, o tipo de aplicação, a temperatura e a distância da área tratada (FREITAS, 2010).

Nas lavouras produtos como imidacloprido deixa resíduos no pólen e néctar, dessa forma, as abelhas *A. mellifera* estão sujeitas e exposição dessa contaminação, havendo redução significativa de voo e da atividade de forrageamento (BLACQUIÈRE et al., 2012).

DECOURTYE et al. (2005) verificaram que os inseticidas deltametrina, fipronil e dimetoato afetam de forma negativa a capacidade de aprendizagem das abelhas *A. mellifera*. SCOTT- DUPREE et al. (2009) relataram que aplicações foliares de inseticidas neonicotinoides, deltametrina ou spinosad também alteram o processo de forrageamento.

2.4 TOXICIDADE DE ESPIROMESIFENO SOBRE *Apis mellifera*

O desenvolvimento de resistência contra inseticidas convencionais enfatizou a necessidade de produtos químicos com novos modos de ação, entre eles está a família do ácido tetrônico derivados ou cotoenóis cíclicos. Esse grupo contém

atualmente três produtos comercialmente disponíveis, ou seja, espiroclorfenol, espiromesifeno e espirotetramato, são eficazes contra mosca branca, tripses, pulgões e outras pragas sugadoras (LUEKE et al. 2020).

Segundo Bielza et al. (2018), o Espiromesifeno tem como modo de ação ser regulador de crescimento. São compostos lipídicos inibidores da biossíntese da acetil-CoA carboxilase, enzima que catalisa a primeira etapa da biossíntese de ácidos graxos.

O Espiromesifeno ingerido não é letal para as abelhas adultas, mas provoca alterações histológicas e citológicas no intestino médio podendo afetar o comportamento e a sobrevivência das abelhas. A Agência Reguladora de Gestão de Pragas do Ministério da Saúde do Canadá não encontrou mortalidade em abelhas adultas de *A. mellifera*, mas relatou mortalidade de zangões, diminuição da produção de ovos, larvas nos quadros e peso da colônia (SERRA, 2021).

De acordo com Bielza (2005), os inseticidas do grupo cetoenol apresentam um perfil ecotoxicológico favorável, ou seja, são menos nocivos a agentes benéficos. EFSA (2012), concluiu que o risco para populações naturais de abelhas é considerado baixo quando usado o espiromesifeno na sua dose recomendada, 240g/L.

Ratnakar et al (2017), os quais testaram a toxicidade residual do Espiromesifeno, com metade da dose recomendada pelo fabricante (0,25 L/ha), pelo método da película seca, concluíram que houve baixa mortalidade quando a abelha entra em contato com resíduo do inseticida/acaricida. Os pesticidas podem matar as abelhas, quando em doses suficientemente altas, mas o que não causam morte imediata apresenta efeitos deletérios e podem interferir no comportamento e na capacidade cognitivas das abelhas (SILVA, 2016).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA), pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal – PB.

Para a realização do trabalho foram utilizadas operárias adultas de *A. mellifera* oriundas do apiário da UAGRA/CCTA/UFCG. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado em esquema 4X3, sendo avaliado

inseticida/acaricida Espiromesifeno (Oberon®), em dose mínima (0,24 g i.a/L) e máxima (0,288 g i.a/L) registrada para o controle de pragas na cultura do meloeiro e melanciaira, de acordo com a recomendação do fabricante. O inseticida Tiametoxam (Actara®) foi utilizado como testemunha positiva, na dose máxima (0,30 g i.a/L) registrada para o controle de pragas em meloeiro, e como testemunha absoluta foi utilizada água destilada, e três tempos de exposição após a aplicação a aplicação dos tratamentos, com 10 repetições, sendo cada unidade experimental composta por 10 abelhas adultas.

3.1 TOXICIDADE RESIDUAL DE ESPIROMESIFENO SOBRE *Apis mellifera*

Para avaliação da toxicidade residual do Espiromesifeno, inicialmente foram produzidas plantas de meloeiro, cultivar Iracema (SAKATA®), em casa de vegetação do CCTA/UFCG. As plantas produzidas foram mantidas em vasos (com capacidade de 1kg) contendo substrato solo + matéria orgânica (proporção 2:1). E quando atingiram o número mínimo de seis folhas, foram selecionadas 10 plantas para cada tratamento (Figura 1).



Figura 1. Plantas de meloeiro produzidas em casa de vegetação do CCTA/UFCG, Pombal-PB 2022.

As plantas selecionadas foram pulverizadas com os respectivos tratamentos, como auxílio de um pulverizador manual simulando uma aplicação do produto em campo, tomando cuidado para que as gotas do produto cobrissem uniformemente toda superfície foliar (Figura 2).



Figura 2. Pulverização da calda com auxílio de pulverizador manual, Pombal-PB 2022.

Em seguida, para devida secagem dos produtos pulverizados, as plantas foram transferidas para um local arejado e à sombra, onde permaneceram durante três períodos de tempo diferentes: 1 hora, 2 horas e 3 horas após a pulverização. Após a secagem foi realizado o corte das folhas, na altura do pecíolo, e em seguidas colocadas nas arenas (recipientes plásticos com 15 cm de diâmetro X 15 cm de altura e extremidade parcialmente coberta com tela anti-afídeo e aberturas laterais de 1 mm para possibilitar a adequada circulação de ar no ambiente) juntamente com um chumaço de algodão embebido em água e dieta artificial (pasta Cândi). O bioensaio foi mantido em sala climatizada a 25 ± 2 °C, $50 \pm 10\%$ UR. Após esse procedimento, as operárias adultas de *A. mellifera* foram liberadas nas arenas para o contato com os resíduos dos produtos.

Após a aplicação dos tratamentos foram avaliadas a mortalidade e o comportamento (prostração, tremores, paralisia, etc.) das abelhas a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 24 e 48 após o início da exposição aos resíduos do produto. As abelhas foram consideradas mortas quando não respondessem a estímulos mecânicos em cada horário de avaliação.

3.2 AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE VOO DA ABELHA *Apis mellifera* APÓS A EXPOSIÇÃO RESIDUAL AO INSETICIDA ESPIROMESIFENO

A capacidade de voo foi avaliada para todas as abelhas que sobreviveram após as 48 horas de exposição aos resíduos do Espiromesifeno. Para avaliação foram utilizados a torre de voo seguindo a metodologia proposta por Gomes et al. (2020).

A torre de voo foi constituída de uma estrutura de madeira (35cm X 35cm X 115cm) com laterais revestidas em plástico e uma lâmpada fluorescente no topo da torre, já que estes insetos são fototrópicos positivos, permitindo que as abelhas voem livremente (Figura 3).



Figura 3. Torre de voo.

Durante esta etapa do experimento foi conduzido no laboratório escuro, com todas as luzes apagadas e as cortinas fechadas, onde a única fonte de luz foi a lâmpada instalada no topo da torre de voo para que as abelhas voassem em direção a luz.

As abelhas que sobreviveram foram liberadas uma a uma por tempo de um minuto para a realização do voo. Para a realização das análises foram registradas as abelhas que conseguiram voar ou não.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados de sobrevivência dos adultos foram analisados utilizando o pacote Survival (THERNEAU; LUMLEY, 2010) do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011) e submetidos à análise de distribuição de Weibull. Tratamentos com efeitos similares (toxicidade e velocidade de mortalidade) foram agrupados por meio

de contrastes. O tempo letal mediado (TL₅₀) também foi calculado para cada grupo. A porcentagem de mortalidade foi calculada para cada tratamento e corrigida usando a equação de Abbott (1925), sendo em seguida aplicado o teste de média adequado. Os dados referentes a capacidade de voo, foram investigados por Análises de Variância com Permutação (PERMANOVA) com dois e três fatores, respectivamente, a nível de 5% de significância, seguido do teste de Wilcoxon. Todas análises foram analisados por meio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado que o inseticida/ acaricida Espiromesifeno diferiu estatisticamente das testemunhas absolutas e positiva. O Espiromesifeno, nas doses mínima e máxima respectivamente, ocasionou mortalidade de 15,33% e 13,80% quando expostas aos resíduos após 1 hora da pulverização, 20,05% e 17,72% após as 2 horas da pulverização e 21,52% e 14,33%, quando expostas aos resíduos nas folhas após 3 horas da pulverização, sendo significativamente menos letal que a testemunha positiva (Tiametoxam) (Figura 4).

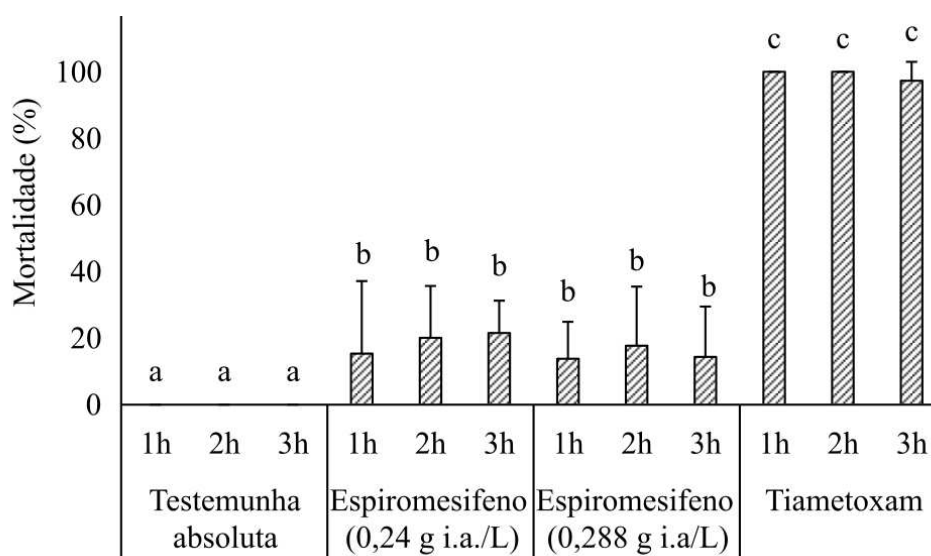


Figura 4. Mortalidade de *A. mellifera* quando expostas a resíduos de inseticidas em diferentes tempos após a pulverização, Pombal - PB, 2022.

A baixa mortalidade observada após o contato com resíduos de Espiromesifeno, independente da dose e tempo de exposição após a pulverização, provavelmente está associada ao seu mecanismo de ação, tendo como mecanismo a regulação do crescimento inibindo a biossíntese da acetil CoA carboxilase, pois em suas doses letais, a maioria dos inseticidas exerce seus efeitos tóxicos nos insetos

através de alterações na fisiologia do sistema nervoso, levando à morte por hiperexcitação ou paralização das atividades (NOCELLI et al. 2010; BIELZA et al. 2018).

Os efeitos do Espiromesifeno sobre *A. mellifera* avaliados por Ratnakar et al. (2017), os quais testaram sua toxicidade residual, com metade da dose recomendada pelo fabricante (0,25 L/ha), por meio do método de película seca, causaram mortalidade de 4,76%; 13,03% e 22,21% após 2, 6 e 24 horas de exposição, respectivamente, demonstrando baixa mortalidade quando a abelha entra em contato com resíduo do referido inseticida/acaricida.

Relacionado ao comportamento das abelhas, foi verificado que a partir da 1 hora após o início da exposição, estas aglomeravam-se no centro e nas laterais das arenas, alguns indivíduos demonstraram o comportamento de fuga, aglomerando-se na parte superior da arena e apresentando comportamento de raspagem nas folhas. Os pesticidas podem matar as abelhas, quando em doses suficientemente altas. Entretanto, doses de pesticidas que não causam a morte imediata, muitas vezes têm outros efeitos deletérios e podem interferir com as capacidades cognitivas e o comportamento das abelhas (SILVA, 2016).

Contaminações subletais de inseticidas podem não levar à morte imediata, mas prejudica seu comportamento, desenvolvimento e capacidade de combater infecções, causando problemas crônicos, redução da movimentação e da mobilidade das abelhas (NOCELLI et al.,2010).

Considerando a análise de sobrevivência observou-se que o inseticida Espiromesifeno apresentou tempo letal mediano (TL₅₀) inferior a testemunha absoluta, mais superior ao inseticida Tiametoxam, independente do tempo de exposição após a pulverização (Figura 5).

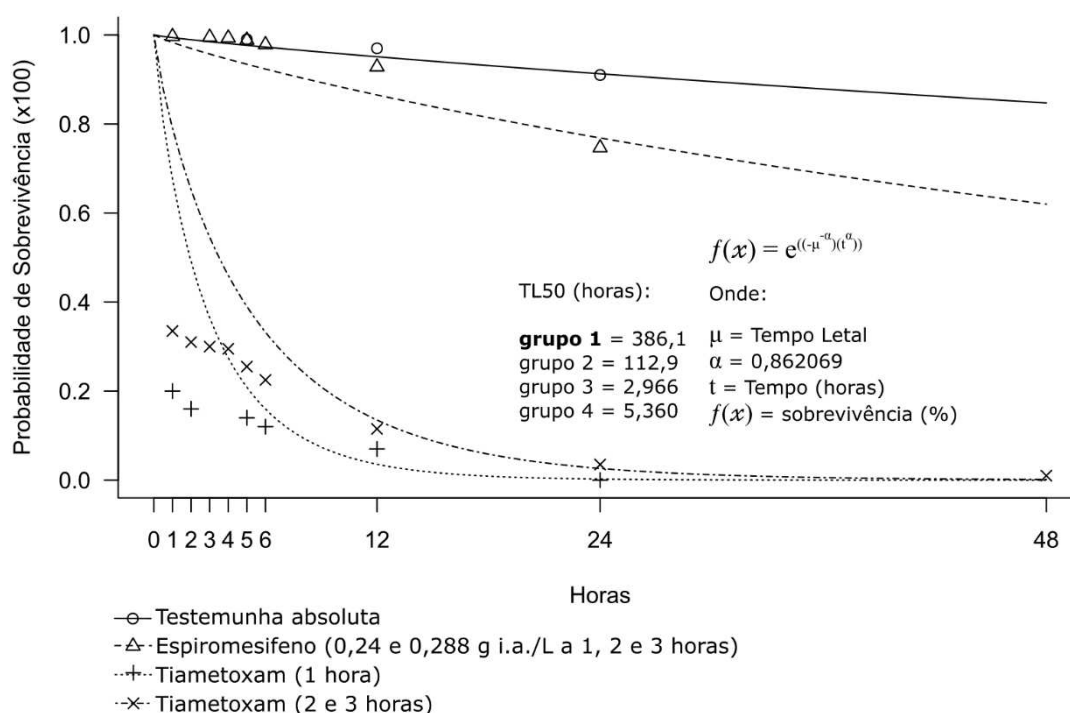


Figura 5. Sobrevivência (%) de *A. mellifera* após o contato com folhas de meloeiro pulverizadas com inseticidas, tempos letais medianos (TL50) em horas, Pombal – PB, 2022.

O Espiromesifeno proporcionou menor velocidade na taxa de mortalidade comparado a testemunha positiva, apresentando TL₅₀ de 112,9 horas na dose mínima e máxima nos diferentes tempos após a pulverização. Enquanto, a testemunha positiva apresentou TL₅₀ de 2,966 horas com 1h e TL₅₀ de 5,360 horas para 2h e 3h após a pulverização.

No tocante a capacidade de voo, foi realizado apenas para a testemunha absoluta (água destilada) e para o Espiromesifeno, considerando que a testemunha positiva (Tiametoxam) ocasionou 100% de mortalidade das abelhas. A quantidade de abelhas que conseguiu voar ou caminhar, após o contato com resíduos de Espiromesifeno, foi menor que a testemunha absoluta. Foi observado que 28,41%, 8,0% e 17% das abelhas, quando expostas dentro de 1, 2 e 3 horas após a pulverização aos resíduos de Espiromesifeno na dose mínima (0,24 g i.a./L) e 33,55% e 8,11% em 1 e 2 horas após a pulverização do produto na dose máxima (0,288 g i.a./L), conseguiram voar (Figura 6).

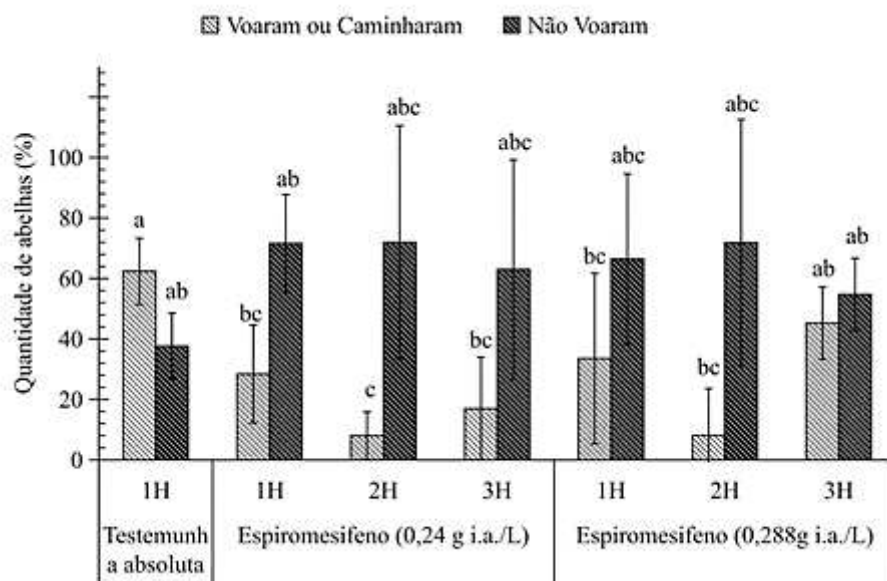


Figura 6. Atividade de voo (%) voaram x não voaram de *A. mellifera* após contato com Espiromesifeno, Pombal - PB, 2022.

Apenas as abelhas expostas após 3 horas da pulverização sobre as folhas, na dose máxima, conseguiram voar em quantidade similar à testemunha absoluta, com 45,25%. Não houve diferença significativa na quantidade de abelhas que não voaram ou caminharam entre todos os tratamentos, o que pode ter sido causado pela alta variabilidade destes dados.

O contato com resíduos de inseticidas pode afetar a taxa de sobrevivência, desenvolvimento, sistema imunológico, reprodução, comportamento e manutenção de colônias de abelhas (JACOB et al., 2019).

O voo é essencial durante a atividade de forrageamento das abelhas. Como a colônia necessita desse serviço pelas forrageiras a alteração desse comportamento causada pela exposição a inseticidas pode diminuir o desempenho das abelhas em campo, afetando a atividade de forrageio e conseqüentemente, a oferta de alimento na colônia, interferindo em toda sua dinâmica e comprometendo a manutenção e sobrevivência da mesma (COLIN et al., 2004). Durante o forrageamento as abelhas necessitam da integridade de suas capacidades cognitivas relacionadas com a memória, que lhes permite orientação através de informações ambientais adquiridas durante o percurso e reconhecimento de recursos como alimento e posteriormente para o retorno à colônia (BALBUENA et al., 2015).

Contudo, é importante salientar que no geral, apesar de ocorrer redução da capacidade de voo ou caminhamento, foi constatado que independente da dose e

tempo de exposição após a pulverização nas folhas, algumas abelhas conseguiram voar ou caminhar após exposição aos resíduos do Espiromesifeno. Os inseticidas pertencentes ao grupo cetoenol apresentam um perfil ecotoxicológico favorável, sendo compatível com polinizadores e agentes de controle biológico, ou seja, são menos nocivos a agentes benéficos (BIELZA, 2005).

Estes são os primeiros resultados sobre o efeito residual do inseticida Espiromesifeno em folhas de meloeiro sobre *A. mellifera* e novas pesquisas, especialmente em condições de campo, deverão ser realizadas. Recomenda-se evitar pulverizações durante a atividade de forrageamento. Os resultados obtidos, além de subsidiar novos trabalhos, irão contribuir para a conservação da espécie em áreas de produção.

5. CONCLUSÃO

O contato com resíduos do inseticida/acaricida Espiromesifeno em folhas de meloeiro foi pouco letal para a abelha *A. mellifera*, porém ocasionou redução da capacidade de voo das abelhas sobreviventes após o período de exposição.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALBUENA, M. S.; TISON, L.; HAHN, M. L.; GREGGERS, U.; MENZEL, R.; FARINA, W. M. Effects of sublethal doses of glyphosate on honeybee navigation. **The Company of Biologists**. v. 218, p. 2799-2805, 2015.

BARBOSA, D.; CRUPINSKI, E. F.; SILVEIRA, R. N.; LIMBERGER, D. C. H. As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**. v. 3, n. 4, p. 694-703, 2017.

BIELZA, P.; CONTRERAS, J.; QUINTO, V.; IZQUIERDO, J.; MANSANET, V.; ELBERT, A. Effects of Oberon® 240 SC on bumblebees pollinating greenhouse tomatoes. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, v. 58, n. 3, p. 469-485, 2005.

BIELZA, P.; MORENO, I.; BELANDO, A.; GRÁVALOS, C.; IZQUIERDO, J.; NAUEN, R. Spiromesifen and spirotetramat resistance in field populations of *Bemisia tabaci* Gennadius in Spain. **Pest Management Science**, [S.L.], v. 75, n. 1, p. 45-52, 2018.

CASTILHOS, D.; BERGAMO, G.C.; GRAMACHO, K.P; GONÇALVES, L.S. Bee colony losses in Brazil: a 5-year online survey. **Apidologie**. v. 50, p. 263-272, 2019.

COLIN, M. E.; BONMATIN, J. M.; MOINEAU, I.; GAIMON, C.; BRUN, S.; VERMANDERE, J. P. A method to quantify and analyze the foraging activity of honey bees: relevance to the sublethal effects induced by systemic insecticides. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**. v. 47, p. 387-395, 2004.

DECOURTYE, A.; DEVILLERS, J.; GENEQUE, E.; MENACH, K. L.; BUDZINSKI, H.; CLUZEAU, S. PHAM-DELÈGUE, M. H. Comparative sublethal toxicity of nine pesticides on olfactory learning performances of the honeybee *Apis mellifera*. **Archives of environmental contamination and toxicology**. v. 48, p. 242-250, 2005.

EFSA. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance spiromesifen. **EFSA Journal**. v.10, 2012.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. **Sistema de produção da melancia**. 2006. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/tratosculturais.htm>. Acesso em 29 de abr. 2023.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; MEDINA, L. M.; KLEINERT, A. M. P.; GALLETO, L.; NATES-PARRA, G.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, v. 40, n. 3, p. 332-346, 2009.

FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J.N. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v. 14, p. 282-298, 2010.

GOMEZ, I. N.; VIEIRA, K. I. C.; GONTIJO, L. M.; RESENDE, H. C. **Honeybee survival and flight capacity are compromised by insecticides used for controlling melon pests in Brazil**. *Ecotoxicology*, v. 29, p. 97-107, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10646-019-02145-8>>. Acesso em: 20 de mar. 2022.

GUIMARÃES, J. A.; BRAGA SOBRINHO, R.; AZEVEDO, F. R; ARAÚJO, E. L; TERÃO, D.; MESQUITA, A. L. M. Manejo integrado de pragas do meloeiro, em: Braga Sobrinho, R., Guimarães, JA, Freitas, JAD, Terão, D. (Eds.), Produção Integrada de Melão. **EMBRAPA Agroindustria Tropical**, p. 183–199, 2008.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; GONÇALVES, L. S.; FRANCOY, T. M.; NUNESSILVA, P. O desaparecimento das abelhas melíferas (*Apis mellifera*) e as perspectivas do uso de abelhas não melíferas na polinização. **Embrapa Semiárido**. DOC 249, p. 210–233, 2012.

JACOB, C. R. O.; MALAQUIAS, J. B.; ZANARDI, O. Z.; SILVA, C. A. S.; JACOB, J. F. O.; YAMAMOTO, P. T. Oral acute toxicity and impact of neonicotinoids on *Apis mellifera* L. and *Scaptotrigona postica* (Latreille) (Hymenoptera: Apidae). **Ecotoxicology**, v. 28, p. 744-753, 2019.

KLEIN, A.M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; DEWENTER, I. S.; CUNNINGHAM, S.A. KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of The Royal Society B**. v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007.

KLEIN, A. M.; FREITAS, B. M.; BOMFIM, G. A.; BOREUX, V.; FORNOFF, F.; OLIVEIRA, M. O. A. Polinização Agrícola por Insetos no Brasil. Maranguape, **Unifreiburg**. 2020.

LIMA, M.C.; ROCHA, S.A. **Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil**. IBAMA. 2012.

LOPES, I. S.; ZONARO, L. D.; CALVALCANTE, M.; SANTOS, T. C.; SILVA, P. M.; LEGENDRE, A. O.; TALMON, J. L. B. **Agrotóxicos: a ameaça de extinção das abelhas no Brasil**. Livro CAB. p. 95-110, 2018.

MEDRZYCHI, P.; MONTANARI, R.; BORTOLOTTI, L.; SABATINI, A. G.; MAINI, S.; PORRINI, C. Effects of imidacloprid administered in sub-lethal doses on honey bee behaviour. Laboratory test. **Bulletin of Insectology**, v. 56, n. 1, p. 59-62, 2003.

NOCELLI, R. C. F.; ROAT, T. C.; ZACARIN, E. C. M. S.; MALASPINA. Os Riscos de pesticidas sobre as abelhas. **Embrapa**. 2010.

PIRES, C. S. S.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; NOCELLI, R. C. F.; MALASPINA, O.; PETTIS, J. S.; TEIXEIRA, E. W. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD?. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v. 51, n. 5, p. 422-442, Brasília, 2016.

RATNAKAR, V.; KOTESWARA R. A. O, S. R.; SRIDEVI, D.; VIDYASAGAR, B. Sublethal lethal exposure of certain newer insecticides molecules to honeybee, *Apis mellifera* Linnaeus. **International Journal of Pure e Applied Bioscience**. v. 5, n. 4. p. 641- 646, 2017.

RIBEIRO, M. F.; SILVA, E. M. S.; JÚNIOR, I. O. L.; KIILL, L.H.P. Honey bees (*Apis mellifera*) visiting flowers of yellow melon (*Cucumis melo*) using diferente number of hives. **Ciência Rural**. v.45, n.10, p.1768-1773, Santa Maria, 2015.

SERRA, R. S.; COSSOLIN, J. RESENDE, M. T. C. S.; CASTRO, M. A.; OLIVEIRA, A. MARTÍNEZ, L. C.; SERRÃO, J. E. Spiromesifen induces hispotaphological and cytotoxic changes in the midgut of the honeybee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). **Chemosphere**. v. 270, 2021.

SILVA, M. B.; NOCELLI, R.C.F.; SOARES, H.M.; MALASPINA. O Efeito do imidacloprido sobre o comportamento das abelhas *Scaptotrigona postica* Latreille, 1807 (Hymenoptera, Apidae). **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**. v. 3, n.1, p. 21-28, 2016.

SCOTT-DUPREE, C. D.; CONROY, L.; HARRIS, C. R. Impacto f currently use dor potentially useful inseticides for canola agroecosystems on *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae), *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae), and *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae). **Jornal of Economic Entomology**, v.102, p.177-182, 2009.

TRINDADE, M. S. A.; SOUSA, A. H.; VASCONCELOS, W. E.; FREITAS, R. S.; PEREIRA, D. S.; MARACAJA, P. B. Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. **Revista de biologia e ciências da terra**. v.4, n.1, 2004.